

DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTESISTEMA
ELETRÔNICO
DE REVISTAS
SER | UFPRwww.ser.ufpr.br

Sistema de Avaliação Ambiental para Projetos de Edificações Públicas (SAAPE): análise dos critérios de sustentabilidade de três projetos de edificações elaborados para a Universidade Federal do Paraná

Environmental Evaluation System for Public Buildings Projects (SAAPE): Analysis of Environmental Sustainability Criteria of Three Buildings Projects Designed for Federal University of Paraná

Carlos Eduardo STIVAL¹, Patrícia Raquel da Silva SOTTORIVA^{1*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Universidade Positivo (UP), Curitiba, PR, Brasil.

* E-mail de contato: patricia.sottoriva@up.edu.br

Artigo recebido em 4 de setembro de 2015, versão final aceita em 18 de janeiro de 2016.

RESUMO:

A construção civil é uma atividade que gera impactos ao meio ambiente, muitas vezes negativos. As obras contratadas pelo Governo Federal representam um grande volume e necessitam de um planejamento adequado do ambiente a ser construído, visando causar o menor impacto possível nos ecossistemas naturais. Algumas iniciativas do governo para estabelecer diretrizes de sustentabilidade foram implantadas, como a Instrução Normativa 01/2010, porém na prática esta instrução ainda é pouco utilizada. A realização desta pesquisa justificou-se pela necessidade de melhorar o desempenho ambiental das edificações públicas a fim de reduzir o impacto causado no meio ambiente. Com base em três reconhecidas certificações ambientais para edificações, por meio de matrizes de comparação, foram relacionados as suas categorias e os critérios a fim de verificar quais atendem às diretrizes indicadas na IN 01/2010 e quais são os mais importantes e que devem estar presentes para complementar o modelo proposto. O sistema desenvolvido, denominado SAAPE, é composto por seis categorias de desempenho ambiental, que se desdobram em 44 pontos a serem cumpridos. O sistema foi aplicado em três projetos da Universidade Federal do Paraná, para validar sua aplicabilidade e para verificar a situação dos projetos elaborados para este órgão. Os resultados obtidos mostram que em nenhuma das edificações pesquisadas foi possível obter a pontuação mínima, que é de 18 pontos, estando entre 14 e 15 pontos. Porém, ainda que de forma embrionária, algumas soluções que buscam redução nos impactos já estão sendo adotadas. Posto isso em prática, o sistema elaborado visa auxiliar os gestores públicos, arquitetos e engenheiros para que, durante a preparação dos projetos de obras públicas, respeitem os critérios de sustentabilidade ambiental dispostos na IN 01/2010, além de fornecer oportunidades de melhorias da qualidade em relação aos aspectos de sustentabilidade na fase de concepção de projetos.

Palavras-chave: edificação sustentável; avaliação ambiental de edifícios.

ABSTRACT: Construction is an activity that generates environmental impacts, often negative. Construction activities contracted by the Federal Government represent a great volume which require appropriate planning of the area about to be built, and aims at causing as low impact as possible to the natural ecosystem. Some of the government initiatives to establish sustainable guidelines were planted, such as the 01/2010 Normative Statement. However, in practice, this statement is still not widely used. This research aims at the necessity of improving the environmental performance of public buildings in order to mitigate the impact caused in the environment itself. Based on three well-known environmental management systems certifications for buildings, by means of comparison matrices, their categories and criteria were analyzed in order to verify which ones cater the guidelines indicated in IN 01/2010, and which ones are considered the most relevant to appear in the proposed model. SAAPE, the developed tool, consists of six environment performance categories that unfold into 44 points to be obeyed. Such system was applied to three projects designed for Federal University of Paraná, in order to validate its systems applicability and to verify the projects designed for that organization. The results show that none of buildings surveyed obtained the minimum score of 18 points, staying between 14 and 15 points. On the other hand, despite being considered an embryonic strategy, some solutions concerning the reduction of impacts, have already been found. In practice, the tool which was developed to assist public managers, architects and engineers during the preparation of construction activity projects, aims at making not only the environmental sustainability criteria in IN 01/2010 respected among them, but also at providing quality improvement opportunities considering the environmental sustainability aspects during the projects' conception processes.

Keywords: sustainable building; environmental building assessment.

1. Introdução

A construção civil vem sendo movimentada pela expansão da rede federal de educação superior, que teve início em 2003 por meio da interiorização dos *campi* das universidades federais. Por meio do Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007, foi implantado o Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). Desde o início da expansão até o ano de 2010, foram instituídas 14 universidades públicas e mais de 100 novos *campi* de universidades já existentes (MEC, 2012). Para possibilitar tal expansão, tanto de infraestrutura como de edificações, muitas obras foram contratadas pelo Governo Federal e deveriam receber um planejamento adequado do ambiente a ser construído, visando causar o menor impacto possível nos ecossistemas naturais.

A United Nations Environment Programme (UNEP, 2012), por meio das contratações sustentá-

veis, descreve que os governos podem exercer um papel estratégico de incentivo, servindo de exemplo para o alcance das metas do desenvolvimento sustentável. Em 2010 houve, pela Administração Pública Federal brasileira, a introdução de critérios de sustentabilidade ambiental, mediante a Instrução Normativa nº 01/2010 (IN 01/2010) para a aquisição de bens e contratação de serviços e obras. Diante disso, esta pesquisa estruturou um sistema de avaliação ambiental para projetos de edificações públicas (SAAPE), com base na IN 01/2010, que, de acordo com Hegenberg (2013), é considerada o principal instrumento de incentivo a práticas sustentáveis nas contratações do Governo Federal.

2. Revisão da literatura

Seguindo uma tendência mundial voltada à preservação do meio ambiente, o governo federal vem se preocupando com a utilização de recursos

naturais, principalmente no desenvolvimento de obras públicas. Com isso, leis e normas estão sendo introduzidas visando à redução dos impactos causados pelas construções.

De acordo com Barboza (2012), para as obras destinadas à Copa do Mundo de 2014, realizadas no Brasil, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) só concedeu a liberação de recursos para financiamento das obras dos estádios que apresentaram critérios de sustentabilidade. Porém, é questionável se os gestores, servidores e empresas contratadas têm preparo e conhecimento técnico suficientes para atender o que está sendo regulamentado.

Inúmeras discussões e propostas relacionadas à cidade vêm abordando questões como: estruturas morfológicas compactas, adensamento populacional, transporte público, resíduos e reciclagem, energia, água, diversidade e pluralidade socioeconômica, cultural e ambiental. Já quanto aos edifícios, levantam-se aspectos relacionados à infraestrutura, à qualidade ambiental dos espaços internos, ao impacto na qualidade do entorno imediato e à otimização do consumo de recursos como água, energia e materiais (Gonçalves & Duarte, 2006).

Conforme o International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB, 2002), a construção é um dos setores mais ineficientes e o que mais desperdiça os materiais utilizados. A construção e o uso e a operação dos edifícios são responsáveis, em nível mundial, pelos seguintes impactos:

- 12 - 16% do consumo de água;
- 25% da madeira obtida;
- 30% - 40% de energia;
- 40% da extração de matéria-prima;
- 20 - 30% da emissão dos gases que provocam o efeito estufa;

- 40% do total de resíduos, de 15 - 30 % são descartados em aterros sanitários.

Na China, Jiang & Tovey (2009) afirmam que o setor de construção civil consome, aproximadamente, 1/3 da oferta total de energia. Conforme Tan *et al.* (2011) e Jones *et al.* (2012), existem limitações na China quanto à adoção de melhores práticas construtivas devido à falta de estrutura política e de legislação. Apesar desse cenário, existem iniciativas para reduzir o consumo de recursos naturais pelo setor.

A escassez de materiais, acarretada pela exploração sem planejamento dos ambientes naturais, sobretudo nos países industrializados, levou a arquitetura a adotar em seus conceitos aspectos relativos às questões ambientais, por meio da pesquisa de novos materiais, bem como pela reciclagem destes. Chama-se *green architecture* aquela que adota estratégias de projeto visando reduzir o impacto ambiental negativo causado pelas edificações, tais como a utilização de materiais de origem local que sejam fabricados por meio do reaproveitamento de resíduos ou de matéria-prima renovável e que busca soluções em função das características locais da região de implantação do edifício a fim de reduzir ou eliminar o consumo de energia e a utilização de equipamentos artificiais (Castelnou *et al.*, 2001).

Segundo Silva (2007), os conceitos de uma edificação sustentável devem estar sempre em constante evolução e relacionam-se comparativamente às práticas vigentes do momento. As alterações para reduzir os impactos devem ser pensadas desde a fase de projeto arquitetônico, possibilitando alcançar melhores resultados sobre os aspectos ambientais (Mülfarth, 2002; Silva *et al.*, 2003; Lobo, 2010; Ducatti *et al.*, 2011).

As edificações não podem mais ser analisadas como uma unidade isolada, mas como um organismo gerador de impactos ao longo de todo o

seu ciclo de vida, o que envolve a sua concepção e construção, uso e operação, demolição e reciclagem dos seus materiais. Portanto, a etapa do projeto arquitetônico é quando se podem identificar os aspectos relacionados à sustentabilidade e impactos que o edifício vai gerar ao longo do seu ciclo de vida (Tavares, 2006).

A avaliação de desempenho ambiental é um instrumento de gestão ambiental utilizado em empresas dos mais variados ramos de atividade, organizações, instituições, fundações e entidades que promovem a pesquisa científica e o desenvolvimento do conhecimento (Costa, 2010).

O desenvolvimento de ferramentas e metodologias para avaliação e certificação ambiental de edifícios ocorre desde a introdução do BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* em 1990 (Abrão, 2007; Ferreira *et al.*, 2012). Nas últimas décadas, em todo mundo, a necessidade de reduzir os impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida da população vem sendo estudada, em busca de alternativas sustentáveis que atendam às necessidades da população e preservem os recursos naturais (Ducatti *et al.*, 2011).

Para atender a essas novas exigências, foi necessário criar ferramentas capazes de avaliar o nível efetivo de sustentabilidade de cada um dos edifícios, para permitir a comparação entre os diferentes edifícios e evidenciar os que têm um comportamento quantitativo superior aos demais, que devem, por isso, ser valorizados (Ferreira *et al.*, 2012). A Tabela 1 apresenta um resumo das certificações ambientais para edificações existentes.

Desde a criação do BREEAM, no Reino Unido, diversos países já possuem sistemas próprios e adaptados as suas realidades locais. Nesta pesquisa, foram utilizadas três certificações ambientais para a criação do sistema proposto. O BREEAM foi selecionado pelo motivo de ser o primeiro sistema

de certificação criado e, conforme Ferreira *et al.* (2012), juntamente com o LEED são os dois mais utilizados mundialmente. O AQUA foi escolhido por ser o primeiro mecanismo adaptado para a realidade do Brasil, além de ser um dos mais recentes sistemas a ser implantado.

Devido ao sistema de contratação, regido por lei, de serviços de engenharia e obras realizados pela Administração Pública, a decisão de viabilizar um projeto que seja certificado e, ainda, escolher qual vai ser a organização certificadora se torna um processo difícil. Porém, por meio de novas legislações, existe uma tentativa de o Governo incentivar práticas sustentáveis para as construções.

Em 19 de janeiro de 2010, foi publicada pelo Governo Federal a Instrução Normativa nº 01/2010. Trata-se de uma instrução para a adoção de critérios de sustentabilidade ambiental, considerando os processos de extração ou fabricação, utilização e descarte dos produtos e matérias-primas na contratação de serviços e obras por parte dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional. A IN 01/2010 visa corresponder às expectativas mundiais de melhorias do desenvolvimento sustentável, pois, conforme UNEP (2012) e Hegenberg (2013), a Agenda 21 trata as compras públicas sustentáveis como um dos meios para aproximar-se da sustentabilidade. Entretanto a IN 01/2010 não estabelece nenhum instrumento de orientação para elaboração dos projetos de edificações, bem como para verificação do atendimento desses projetos aos critérios de sustentabilidade ambiental estabelecidos nessa instrução.

Nos Estados Unidos, medidas mais ousadas e com estabelecimento de metas quantificáveis já estão sendo adotadas. No ano de 2008, o prefeito da cidade de San Francisco, na Califórnia, publicou uma portaria denominada *San Francisco's Green Building Ordinance*, que foi sem dúvida o

TABELA 1 – Resumo dos sistemas de certificação ambiental para edificações.

Nome	Origem	Características
BREEAM – <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>	Reino Unido, 1990	Ocorre fundamentalmente na avaliação com estratégias de mercado, por meio de referenciais. Contempla critérios relacionados com energia, impacto ambiental, saúde e produtividade.
BEPAC – <i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>	Canadá, 1993	O sistema traz como diferencial a criação de versões regionais, conforme as diferentes características locais do país. O sistema estabelece critérios para os seguintes aspectos: projeto do edifício, gestão do edifício e projeto e gestão da ocupação do edifício.
GBC – <i>Green Building Challenge</i>	Canadá, 1995	O sistema traz como objetivo formar uma base metodológica e científica dentro do conhecimento atual. Com isso pretende-se gerar sistemas de avaliação a fim de refletir sobre as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes regiões dos países ou entre os países.
LEED – <i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>	Estados Unidos, 1998	Determina vários critérios de preservação do meio ambiente e regramentos para construir de forma sustentável. Mundialmente é o sistema de certificação para edificações mais reconhecido. Está sendo atualizado constantemente desde sua criação.
NABERS – <i>National Australian Buildings Environmental Rating System</i>	Austrália, 2001	Surgiu por meio de iniciativa governamental a fim de comparar o desempenho ambiental de seus edifícios. O sistema trata de questões como energia, água, lixo e o espaço interno.
CASBEE – <i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i>	Japão, 2004	O sistema traz como particularidade relacionar o ambiente interior do terreno com o entorno a fim de calcular a ineficiência da edificação. A metodologia base avalia duas categorias, sendo que uma é aplicável aos edifícios existentes e a outra, às novas edificações.
HQE – <i>Haute Qualité Environnementale des Bâtiments</i>	França, 2004	A estruturação do sistema é dividida em gestão do empreendimento e qualidade ambiental. As categorias avaliadas são: ecoconstrução, gestão, conforto e saúde.
AQUA – Alta Qualidade Ambiental	Brasil, 2007	A certificação foi concebida por meio de um acordo de cooperação entre o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), entidade francesa, e a Fundação Vanzolini.

FONTE: Adaptado pelos autores a partir de Ding (2008).

documento mais completo, entre as cidades desse país, no sentido de promover as edificações com critérios de sustentabilidade. A legislação, em um primeiro momento, passou a vigorar sobre as edificações comerciais novas com metragem a partir de 464,52 m² e nas reformas com metragem igual ou superior a 23.22,58 m² e determina que esses empreendimentos recebam o nível Certificado do LEED. A intenção é aumentar gradativamente o nível de certificação exigido até o chegar ao nível Ouro deste sistema (Keller & Burke, 2010).

3. Metodologia

3.1. Estruturação da pesquisa

A pesquisa foi conduzida de maneira a abranger informações para a compreensão do tema a ser estudado, validação e confiabilidade dos procedimentos, merecendo destaque:

1. Análise dos critérios de sustentabilidade ambiental da IN 01/2010;

2. Identificação e comparação das certificações ambientais: BREEAM, que é a primeira certificação criada para edificações, LEED, sistema que tem se difundido muito no Brasil, e AQUA, por ser a primeira certificação ambiental para construções adaptada para a realidade brasileira.

Para elaboração do SAAPE, primeiramente foi feita uma análise dos critérios de sustentabilidade ambiental da IN 01/2010 por meio de matrizes. Em seguida, também por meio de matrizes, realizaram-se as comparações das certificações ambientais BREEAM, LEED e AQUA.

Para estruturar as matrizes com as categorias e os critérios do BREEAM, utilizou-se o Manual Internacional para Novas Construções, que foi criado para os países que não possuem um referencial técnico próprio desse sistema. Para o LEED, foi escolhido o referencial técnico para Novas Construções e Reformas, pois abrange a maior diversidade de empreendimentos. Para o AQUA, foi utilizado o referencial técnico denominado Edifícios do Setor de Serviços – Escritórios e Edifícios Escolares.

Etapa 1 – Matriz para análise da Instrução Normativa (IN 01/2010) – categorias prioritárias.

Os 09 (nove) itens de sustentabilidade ambiental, denominados critérios, presentes na IN 01/2010, conforme os parâmetros descritos no Art. 4º para contratação de obras e serviços de engenharia, foram organizados de acordo com as categorias presentes nos sistemas de certificação BREEAM, LEED e AQUA.

Etapa 2 – Matriz para cruzamento das categorias de desempenho ambiental – categorias complementares.

Para definir as categorias complementares do sistema proposto, a fim de superar o que é exigido

pela IN 01/2010, foram correlacionadas todas as categorias dos três sistemas selecionados em busca de um eixo comum, conforme modelo de Abrão (2007). As categorias presentes nos três sistemas que possuem equivalência foram utilizadas para a construção das categorias complementares por serem consideradas importantes nos projetos de edificações, apesar de não serem abordadas pela IN 01/2010.

Etapa 3 – Matrizes para cruzamento dos critérios presentes nos sistemas com os apresentados na IN 01/2010.

A partir da seleção das categorias prioritárias, foram definidos os critérios prioritários do sistema proposto por meio do cruzamento dos sistemas avaliados com os critérios da IN 01/2010.

Etapa 4 – Matrizes para cruzamento dos critérios presentes nos sistemas avaliados.

Para determinar os critérios complementares, foi realizado o cruzamento dos critérios presentes nos sistemas de certificação ambiental avaliados.

Para esse fim, foi elaborada uma matriz para cada categoria selecionada nesta pesquisa, a fim de cruzar todos os critérios dos sistemas avaliados; os que apresentaram semelhanças e aparecem em mais de um sistema foram incluídos para complementar o sistema proposto.

Devido à complexidade para a utilização dos conceitos de avaliação do desempenho, a maioria dos sistemas é norteada por lista de verificação, que concede pontos em função da utilização de determinadas estratégias projetuais ou a utilização equipamentos previamente estabelecidos (Silva *et al.*, 2003). Os critérios elencados por meio dos sistemas compuseram a lista de verificação para a avaliação dos projetos, dos quais foi elaborada uma para cada categoria.

Após a avaliação de todas as categorias, foi feito o somatório para verificar o enquadramento do projeto no sistema de classificação proposto. Baseado na metodologia LEED (2009), que estabeleceu quatro níveis de classificações, esta pesquisa convencionou quatro classes (básico, bom, ótimo e excelente). As metodologias BREEAM (2013) e LEED (2009) ainda foram utilizadas para embasar o sistema de pontuação dos níveis de classificação do SAAPE. Para o projeto se enquadrar no nível básico do SAAPE, foi definido um valor, próximo destes sistemas pesquisados, que é o atendimento de no mínimo 40% dos requisitos disponíveis. A lista de verificação foi aplicada em três projetos de edificações localizados no município de Curitiba, PR, e elaborados para a Universidade Federal do Paraná (UFPR) no período de 2010 a 2014.

4. Resultados e discussão

4.1. Etapa 1 – matriz para análise da Instrução Normativa (IN 01/2010) – categorias prioritárias

Na Figura 1, estão assinaladas as categorias prioritárias para o cumprimento da IN 01/2010. Para o BREEAM (2013), os critérios dispostos na IN 01/2010 aparecem nas seguintes categorias do sistema: energia, água, materiais e poluição. No LEED (2009), os critérios da IN 01/2010 podem ser atendidos pelas seguintes categorias: uso eficiente da água, energia e atmosfera e materiais e recursos. No AQUA (2007), os critérios na IN 01/2010 se relacionaram com as categorias de escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos, gestão da energia, gestão da água e canteiro com baixo impacto ambiental. Estão, assim, assinaladas

as categorias obrigatórias para o atendimento da IN 01/2010.

As etapas seguintes também foram desenvolvidas por meio de matrizes. Ao total foram geradas 12. Em função da grande quantidade de matrizes, optou-se em apresentar apenas uma como modelo.

4.2. Etapa 2 – Matriz para cruzamento das categorias de desempenho ambiental – categorias complementares

Os sistemas de certificação ambiental BREEAM, LEED e AQUA foram comparados de modo a identificar quais categorias e seus temas eram comuns aos três sistemas. Por meio deste cruzamento, elegeram-se as seguintes categorias: conforto ambiental e relação do edifício com o seu entorno, pois este temas estão presentes nas 3 (três) certificações analisadas.

Na Tabela 2 estão assinaladas as categorias prioritárias para o cumprimento da IN 01/2010 e as categorias complementares do sistema proposto.

TABELA 2 – Categorias prioritárias e complementares do sistema proposto.

Categorias prioritárias	Categorias complementares
Gestão de energia	Relação do edifício com o seu entorno
Gestão da água	Conforto ambiental
Materiais	
Gestão dos resíduos	

FONTE: Elaborado pelos autores.

Observou-se ainda que os temas das categorias selecionadas em função da IN aparecem nos três sistemas de certificação, ressaltando a sua importância para a concepção de projetos de edificações. As categorias identificadas e propostas para este estudo ainda possuem um eixo comum com as cinco categorias presentes no guia para construções sustentáveis

Matriz de avaliação das categorias		I – uso de equipamentos de climatização mecânica, ou de novas tecnologias de refrigeração do ar, que utilizem energia elétrica, apenas nos ambientes onde for indispensável;	II – automação da iluminação do prédio, projeto de iluminação, interruptores, iluminação ambiental, iluminação tarefa, uso de sensores de presença;	III – uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes;	IV – energia solar, ou outra energia limpa para aquecimento de água;	V – sistema de medição individualizado de consumo de água e energia;	VI – sistema de reuso de água e de tratamento de efluentes gerados;	VII – aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema hidráulico elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento;	VIII – utilização de materiais que sejam reciclados, reutilizados e biodegradáveis, e que reduzam a necessidade de manutenção;	IX – comprovação da origem da madeira a ser utilizada na execução da obra ou serviço	1º Deve ser priorizado o emprego de mão de obra, materiais, tecnologias e matérias-primas de origem local para execução, conservação e operação das obras públicas	2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil – PGROCC, nas condições determinadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, deverá ser estruturado em conformidade com o modelo estabelecido pelos órgãos competentes.
Preocupações da IN 01/2010												
1	BREEAM											
1.1	Gestão											
1.2	Saúde e conforto											
1.3	Energia	X	X	X	X	X						
1.4	Transporte											
1.5	Água					X	X	X				
1.6	Materiais								X	X	X	
1.7	Desperdício											
1.8	Uso do solo											
1.9	Poliuição										X	X
2	LEED											
2.1	Sítios sustentáveis											
2.2	Uso eficiente da água					X	X	X				
2.3	Energia e atmosfera	X	X	X	X	X						
2.4	Materiais e recursos								X	X	X	X
2.5	Qualidade do ambiente interno											
2.6	Inovação e processo de projeto											
3	AQUA											
3.1	Relação do edifício e seu entorno											
3.2	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos								X	X	X	X
3.3	Conceito de obra com baixo impacto ambiental											X
3.4	Canteiro com baixo impacto ambiental											
3.5	Gestão da energia					X	X	X				
3.6	Gestão da água											
3.7	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício								X	X	X	X
3.8	Manutenção – Permanência do desempenho											
3.9	Conforto higrotérmico											
3.10	Conforto acústico											
3.11	Conforto visual											
3.12	Conforto olfativo											
3.13	Qualidade sanitária dos ambientes											
3.14	Qualidade sanitária ar											
3.15	Qualidade sanitária da água											

FIGURA 1 – Matriz para análise da IN 01/2010 para determinação das categorias prioritárias.
FONTE: Adaptado pelos autores a partir de Abrão (2007).

da United States Environmental Protection Agency – EPA (EPA, 2010). Essa agência federal americana desenvolveu o documento para auxílio dos gestores locais, no qual são abordadas as seguintes categorias: sítio sustentável e uso responsável do solo, materiais e conservação dos recursos, conservação da energia e qualidade atmosférica, gestão, conservação e eficiência da água e qualidade interna do ar. Segundo a EPA, esse rol de categorias foi escolhido por serem as mais importantes para minimizar os impactos ambientais causados pelas edificações.

4.3. Etapa 3 – Matrizes para cruzamento dos critérios presentes nos sistemas com os critérios da IN 01/2010

Para definir os critérios prioritários do sistema proposto, foram relacionados todos os critérios de cada categoria eleita, dos sistemas de certificação ambiental para edificações, com os critérios apresentados na IN 01/2010.

Observou-se que todos os critérios da IN 01/2010 possuem ao menos relação com um dos

critérios dos sistemas de certificação. Os critérios da IN 01/2010 que se referem à utilização de fonte limpa de energia, à certificação de origem da madeira utilizada e à gestão dos resíduos gerados pela atividade da construção civil são consenso entre os três sistemas.

4.4. Etapa 4 – Matrizes para cruzamento entre critérios ambientais dos sistemas

Para as matrizes das categorias complementares, houve relação em diversos critérios. Nas matrizes de gestão de energia e materiais, houve correlação com os mesmos critérios levantados na comparação dos sistemas com a IN 01/2010. Para a matriz gestão da água, além dos critérios levantados para atender à IN 01/2010, a preocupação com a redução e a otimização da água potável foi considerada nos três sistemas. Na matriz de geração de resíduos, apareceu nos três sistemas a preocupação

com a disposição na edificação de espaço adequado para o armazenamento de resíduos recicláveis.

4.5. Proposta do sistema de avaliação ambiental para projetos de edificações públicas (SAAPE)

O sistema de avaliação proposto estruturou-se em uma lista de verificação para cada uma das categorias selecionadas que possuem critérios com objetivos a serem atendidos (Figura 2), conforme os sistemas BREEAM (2013) e LEED (2009).

Das seis categorias elencadas pelo sistema proposto, o tema que trata do conforto ambiental das edificações foi o que se desdobrou no maior número de critérios, com dez ao todo, característica esta constatada também no modelo proposto por Abrão (2007). A categoria gestão dos resíduos, com três critérios, foi a que ficou com o menor número de pontos disponíveis.

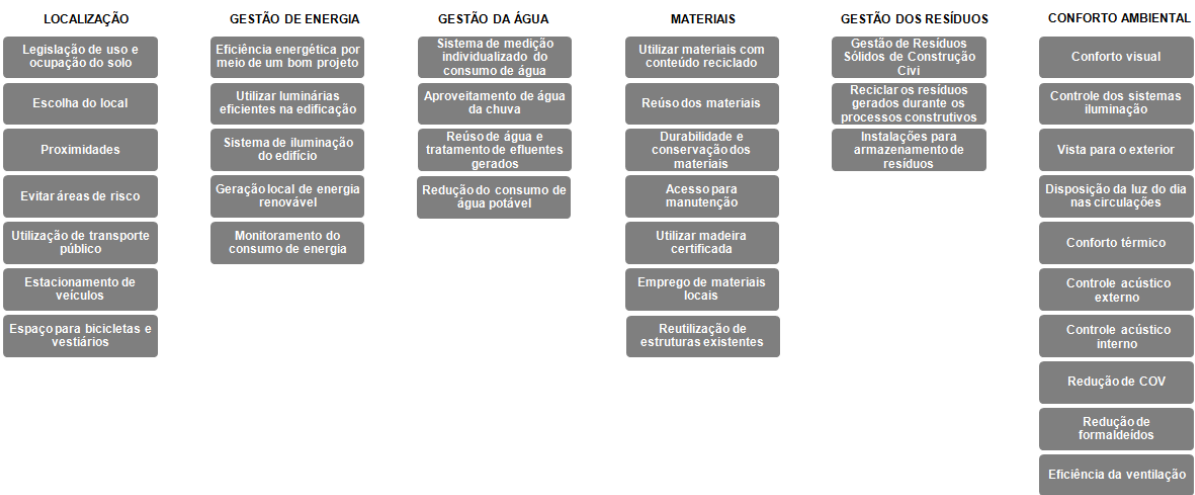


FIGURA 2 – Estrutura do sistema proposto para avaliação ambiental de edificações.
FONTE: Elaborado pelos autores.

Por meio das listas de verificação, os atores envolvidos na elaboração do projeto e na implantação da obra poderão elaborar um escopo do que deverá ser contemplado no projeto e definir qual desempenho ambiental a edificação deverá alcançar.

A Tabela 3 apresenta de forma resumida as listas de verificação. Em função da extensão das listas de verificação, para exemplificar, foi selecionado apenas um item de cada uma das categorias do SAAPE.

TABELA 3 – Resumo das listas de verificação do sistema proposto.

CATEGORIA	CRITÉRIOS	OBJETIVOS	COMO ATENDER	CRÉDITO
Localização	Utilização de transporte público	Diminuir o impacto causado pela poluição devido à utilização de automóveis.	Conceder 1 ponto quando a entrada principal do edifício estiver localizada em raio máximo de 400m de um ou mais pontos com no mínimo duas opções de transporte público.	1
Gestão da Energia	Monitoramento do consumo de energia	Reconhecer quando o projeto considera a geração de energia renovável no local.	Conceder 1 ponto quando a estratégia do projeto prevê o fornecimento de energia por meio de fontes alternativas para no mínimo 20% da demanda necessária. Conceder 2 pontos quando a previsão de abastecimento é de no mínimo 35%.	1
Gestão da Água	Sistema de medição individualizado do consumo de água	Incentivar a redução do consumo de água por meio de monitoramento.	Conceder 1 ponto quando prevista na edificação a instalação de medição individualizada na maioria dos ambientes consumidores de água potável para receber 1 ponto. Outro crédito é fornecido caso o projeto tenha previsão de interligar ao sistema de medição equipamento de detecção de vazamento.	2
Materiais	Utilizar materiais com conteúdo reciclado	Incentivar a especificação de materiais de construção que contenham conteúdo reciclado para reduzir os impactos causados pela extração e pelo processamento de matéria-prima.	Especificar materiais de construção com conteúdo reciclado. Conceder 1 ponto quando os gastos com materiais com conteúdo reciclado representem no mínimo 10% do custo total dos materiais da edificação e conceder 2 pontos quando essa representatividade for no mínimo 20%.	2
Gestão dos Resíduos	Instalações para armazenamento de resíduos	Incentivar a existência de espaço na edificação para armazenamento de resíduos recicláveis, a fim de minimizar o desperdício devido ao envio destes resíduos para aterro.	Conceder 1 ponto quando projetada área com fácil acesso destinada à coleta e armazenagem para no mínimo os seguintes materiais recicláveis: papel, vidro, plástico e metal. Deve ser destinado também um espaço para descarte de lâmpadas fluorescentes para posterior recolhimento.	1
Conforto Ambiental	Controle dos sistemas de iluminação	Projetar ambientes que tenham controle de iluminação feito pelos usuários de acordo com suas preferências.	Conceder 1 ponto quando for previsto o controle da iluminação separado por setores. Deverá ser previsto também o controle da luminosidade indesejada em todos os ambientes da edificação por meio de elementos como: cortinas, persianas e brises móveis.	1

FONTE: Elaborado pelos autores.

Na primeira coluna estão listadas as seis categorias do SAAPE, na segunda e na terceira colunas apresentam-se respectivamente os critérios e objetivos. Na quarta coluna são descritas as estratégias necessárias para atender os critérios como, por exemplo, na categoria localização, conceder 1 ponto quando a entrada principal do edifício estiver localizada em raio máximo de 400 m de um ou mais pontos com no mínimo duas opções de transporte público. A última coluna sinaliza a pontuação prevista para o critério, que varia de 1 ponto a 2 pontos.

Após o levantamento de todos os requisitos a serem cumpridos e a pontuação nas categorias selecionadas, foi possível verificar a representatividade de cada categoria dentro do sistema proposto, conforme demonstrado na Tabela 4.

TABELA 4 – Pontuação e porcentagem por categoria do sistema de avaliação.

CATEGORIAS	PONTOS TOTAIS	PORCENTAGEM TOTAL
Localização	7	15,91 %
Gestão da energia	7	15,91 %
Gestão da água	7	15,91 %
Materiais	9	20,45 %
Resíduos	4	9,09%
Conforto ambiental	10	22,73%
Total	44	100%

FONTE: Elaborado pelos autores.

Dentre as categorias selecionadas para esse modelo, a mais representativa é a de conforto ambiental, resultado constatado na pesquisa de Abrão (2007) para a categoria equivalente. A categoria não está relacionada entre as prioritárias para atendimento da IN 01/2010, mas sua relevância é evidenciada nos sistemas de certificação ambiental pesquisados, em função do número de critérios, conforme pode ser observado na matriz de relação desta categoria. De modo geral, a representatividade

das categorias desse sistema está próxima da relação existente nas categorias dos métodos pesquisados.

Devido à dificuldade de definir qual é o grau de importância individual de cada critério, em função da falta de dados para ponderação, ainda mais em um sistema que pretende, em um primeiro momento, ser de uso geral, para regiões distintas, foi definido que os critérios terão pesos iguais, recebendo 1 (um) ponto para cada requisito atendido. As certificações pesquisadas estabelecem atendimento mínimo de 30% no caso do BREEAM (2013) e 37% no caso do LEED (2009) para que os empreendimentos sejam certificados nos níveis iniciais desses sistemas. Para os projetos se enquadrarem no nível básico do SAAPE, deverão ser atendidos no mínimo 40% dos requisitos disponíveis, o que corresponde a 18 pontos, conforme demonstrado na Tabela 5.

TABELA 5 – Níveis de classificação do SAAPE.

CLASSIFICAÇÃO		PONTUAÇÃO
Básico	40%	18-24
Bom	55%	25-30
Ótimo	70%	31-37
Excelente	85%	38-44

FONTE: Adaptado pelos autores a partir de LEED (2007).

Supondo que um empreendimento atenda todos os critérios disponíveis no SAAPE, seria possível classificá-lo no nível Certificado do LEED (2009). Porém, deve levar-se em conta que o SAAPE é um sistema menos complexo, a fim de facilitar sua utilização, e que atribui apenas pontos possíveis de serem avaliados em projeto, enquanto o LEED (2009) disponibiliza créditos a serem avaliados durante e após a execução da obra.

Dispondo dos níveis de classificação propostos no SAAPE, é possível, no início do desenvolvimento dos projetos das edificações, que os gestores públicos, junto com os projetistas, definam

no escopo da proposta qual o nível de desempenho ambiental será perseguido pela edificação que se pretende construir.

4.6. Aplicação do sistema de avaliação ambiental para projetos de edificações (SAAPE)

Todos os projetos analisados no Sistema de Avaliação Ambiental para Projetos de Edificações (SAAPE) foram contratados pela Universidade Federal do Paraná após a publicação da IN 01/2010; portanto, nesses projetos deveriam ter sido adotadas como premissa as diretrizes de sustentabilidade para as edificações.

4.6.1. Projeto 1 – Condomínio de Laboratórios

O projeto do Condomínio de Laboratórios alcançou 15 dos 44 pontos previstos, tendo como aproveitamento geral 34,09%; sendo assim, não obteve sequer a classificação básica do modelo de avaliação proposto.

A melhor porcentagem obtida pelo Projeto 1 foi na categoria localização, na qual obteve 4 dos 7 pontos possíveis, mas esse fato não é mérito do projeto, e sim da região privilegiada onde se encontra o terreno. Porém, esta categoria fica impossibilitada de receber a pontuação máxima em função da propriedade pública não ter a documentação necessária para aprovação do projeto na prefeitura a fim de verificar as questões da legislação de uso e ocupação do solo e estacionamento. Ainda assim, seria possível receber mais 1 ponto com a implementação de vestiários a fim de incentivar os deslocamentos sem o uso de automóveis particulares.

As categorias gestão da energia e gestão da água conseguiram apenas 2 pontos em cada uma. Com a implementação de monitoramento desses sistemas, a edificação poderia receber mais 2 pontos sem a necessidade da revisão da concepção do projeto e alterações significativas de custo.

Chama atenção o fato de a categoria materiais não ter recebido nenhum ponto, mesmo esse tema tendo o segundo maior peso no sistema proposto, pois disponibiliza até 9 créditos. Ainda assim, algumas medidas que não tornariam onerosa a obra, como o oferecimento de segurança às áreas de cobertura da edificação e uma revisão na concepção da pele de vidro a fim de proteger as estruturas metálicas de intempéries, poderiam garantir alguns pontos. O desafio desta categoria está na seleção de materiais com conteúdo reciclado e na reutilização dos materiais. A categoria gestão dos resíduos, com a previsão do Projeto de Gerenciamento de Resíduo de Construção Civil (PGRCC) e com a disponibilização de espaço para separação do lixo na edificação, obteve 50% dos pontos disponíveis, mesma pontuação obtida pela categoria conforto ambiental. O desempenho ambiental do Projeto 1 pode ser verificado na Tabela 6.

O não atendimento dos requisitos do SAAPE implica a manutenção do grande impacto ambiental causado pelas edificações, tanto nas diversas etapas de construção da obra como ao longo de sua vida útil. A Administração Pública deve procurar o desenvolvimento menos impactante ao ambiente, por meio da racionalização dos recursos naturais e econômicos, que, no cenário atual, estão diminuindo.

Em relação aos aspectos econômicos, Costa (2012) destaca que a proposta que traz mais vantagens para a administração pública não deve ser sinônimo de menor custo. Mas nesta avaliação também deve ser considerada a vantagem ambiental para a qualificação do serviço ou produto. Mesmo

TABELA 6 - Classificação do Projeto 1 conforme aplicação do sistema proposto.

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO			
	PONTOS AVALIADOS	PORCENTAGEM DAS CATEGORIAS	PONTOS ALCANÇADOS	PORCENTAGEM RELATIVA
Localização	7	15,91	4	57,14
Gestão da Energia	7	15,91	2	28,57
Gestão da Água	7	15,91	2	28,57
Materiais	9	20,45	0	0,00
Resíduos	4	9,09	2	50,00
Conforto Ambiental	10	22,73	5	50,00
PONTUAÇÃO	44	100,00	15	34,09

FONTE: Elaborado pelos autores.

que esses possam ser mais caros do ponto de vista financeiro, quando especificados com critérios de sustentabilidade ambiental, o impacto ao meio ambiente é reduzido, devido à menor utilização dos recursos naturais para sua fabricação e manutenção.

O fato de não atender à maioria das disposições apresentadas na IN/2010 também pode deixar o órgão público passível de cobrança pelos órgãos controladores. Ainda que, conforme Costa (2012), o Tribunal de Contas da União (TCU) não tenha decisão definitiva quanto às questões das licitações sustentáveis, percebe-se uma indicação do TCU para que os órgãos federais passem a adotar gradualmente os critérios de sustentabilidade para suas contratações de serviços e obras, bem como para aquisição de bens. Portanto, estes devem estar preparados para realizar aquisições mais sustentáveis.

Nos órgãos públicos ainda existe grande resistência no sentido de modificar os métodos tradicionais de se pensar e executar (Caldeira, 2012; Richter 2014). Hegenberg (2013) destaca que é fundamental a atuação consistente do Estado no sentido de promover uma mudança cultural e de comportamento da sociedade, assim como gerar ações que incentivem o desenvolvimento de tecnologia e de adequação da cadeia produtiva a fim de

promover o desenvolvimento sustentável. Portanto, o sucesso na melhoria do desempenho ambiental das edificações não deve depender apenas das imposições legais, mas também da sensibilização, quanto à importância do assunto, dos atores envolvidos com os projetos e as obras de edificações.

4.6.2. Projeto 2 – Anexo do Departamento de Solos

O projeto do Anexo do Departamento dos Solos não alcançou a classificação básica do sistema. Os resultados das categorias localização e gestão da energia foram semelhantes aos encontrados no Projeto 1 e, assim como neste, as estratégias que visam à utilização racional da água poderiam ser melhor exploradas, como, por exemplo, o reuso na descarga de vaso sanitário, pois, conforme Viggiano (2012), 55% do total de água consumida numa edificação não necessita obrigatoriamente ser potável.

O estudo de caso em questão conseguiu apenas 1 ponto na categoria materiais, com a especificação bem discriminada dos elementos construtivos, com o intuito de aumentar a durabilidade e facilitar a conservação dos mesmos. A utilização de revestimentos para proteção das fachadas, eliminado assim

a utilização de tintas, é justificável, pois, conforme citado por Tavares (2006), além de este estar entre os cinco materiais de construção que mais geram CO₂, a manutenção da pintura de uma edificação deve ser refeita diversas vezes ao longo da vida útil do edifício. Mesmo assim, o cumprimento da categoria esta muito aquém dos 9 pontos disponíveis, o que sugere um certo descompromisso com o tema.

Com relação à gestão dos resíduos, o projeto pontuou apenas no quesito do PGRCC. Na categoria localização, na qual o estudo de caso teve o melhor desempenho, alcançou 57,14% dos pontos previstos.

O Projeto 2 atingiu 15 pontos e ficou a apenas 3 créditos de ser enquadrado na classificação básica do SAAPE, conforme demonstra a Tabela 7. Com a adoção de estratégias simples, o Projeto 2 poderia ter sido enquadrado nesta classificação.

Após a conclusão da obra, os custos para manter a edificação em operação passam a integrar as despesas da Administração Pública, o que justifica a implantação de qualquer iniciativa para reduzir os gastos com insumos por meio de fontes alternativas e com a utilização de equipamentos mais eficientes. Estudos demonstram que os gastos operacionais dos edifícios verdes são significativamente inferiores em relação a uma edificação convencional, sendo

possível reduzir tanto o consumo de energia como o de água em pelo menos 30% (Gottfried, 2003).

4.6.3. Projeto 3 – Casa de Atenção à Saúde

O projeto da Casa de Atenção à Saúde, dentre os três analisados, foi o que obteve o pior desempenho ambiental no sistema proposto, pois alcançou apenas 14 dos 44 pontos disponíveis, mesmo com o cumprimento de exigências técnicas específicas para esta tipologia de edifício. A instalação de vestiários fez com que a categoria localização atingisse a maior porcentagem relativa (71,43%), contemplando 5 dos 7 pontos disponíveis. Porém, o projeto deixou de atender a alguns requisitos básicos, que foram contemplados pelos demais estudos de caso, como, por exemplo, o aproveitamento de água pluvial. Assim como nos demais, a categoria materiais foi pouco explorada e apenas um ponto foi creditado em função da especificação de elementos de boa durabilidade, deixando a desejar o cumprimento dos demais 8 pontos que poderiam ser explorados em busca de um melhor desempenho ambiental para a edificação.

A classificação alcançada pelo Projeto 3 e o desempenho geral do projeto podem ser verificados na Tabela 8.

TABELA 7 – Classificação do Projeto 2 conforme aplicação do sistema proposto.

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO			
	PONTOS AVALIADOS	PORCENTAGEM DAS CATEGORIAS	PONTOS ALCANÇADOS	PORCENTAGEM RELATIVA
Localização	7	15,91	4	57,14
Gestão da Energia	7	15,91	2	28,57
Gestão da Água	7	15,91	2	28,57
Materiais	9	20,45	1	11,11
Resíduos	4	9,09	1	25,00
Conforto Ambiental	10	22,73	5	50,00
PONTUAÇÃO	44	100,00	15	34,09

FONTE: Elaborado pelos autores.

TABELA 8 – Classificação do Projeto 3 conforme aplicação do sistema proposto.

CATEGORIA	CLASSIFICAÇÃO			
	PONTOS AVALIADOS	PORCENTAGEM DAS CATEGORIAS	PONTOS ALCANÇADOS	PORCENTAGEM RELATIVA
Localização	7	15,91	5	71,43
Gestão da Energia	7	15,91	1	14,29
Gestão da Água	7	15,91	1	14,29
Materiais	9	20,45	1	11,11
Resíduos	4	9,09	2	50,00
Conforto Ambiental	10	22,73	4	40,00
PONTUAÇÃO	44	100,00	14	31,82

FONTE: Elaborado pelos autores.

Mediante a análise dos três projetos que possuem tipologias distintas e foram contratados por meio de licitação pela UFPR, verificou-se que nenhum deles atende na sua totalidade à IN/2010, que pressupõe que as edificações públicas sejam realizadas com base na diminuição do consumo de água e energia e que utilizem materiais e tecnologias que reduzam o impacto ambiental das edificações.

Constatou-se que algumas iniciativas em busca de melhorias, como a utilização de luminárias e equipamentos sanitários mais eficientes, são comuns dentre os três casos analisados. Mas ainda há muitas oportunidades de melhorias, tanto de iniciativas mais simples de serem adotadas como as que demandam um maior esforço e custo. No entanto, tais medidas devem ser implantadas o mais breve possível nos projetos, tendo em vista o cenário atual nacional, que mostra que o país está sofrendo com crise energética e falta de água em vários locais.

O PGRCC foi contemplado em todos os projetos, possivelmente pelo motivo de que desde 2002 existe lei vigente regulamentando a elaboração e a manutenção de tal documento nas construções. O fato de a Casa de Atenção à Saúde ser submetida à aprovação da vigilância sanitária contribuiu para

que a edificação tivesse um desempenho melhor devido às exigências específicas desse órgão de controle. Porém, os atendimentos dos critérios não deveriam ser vistos como uma obrigação legal, e sim como iniciativas de melhoria dos projetos em busca de elementos técnicos que reduzam o grande impacto que é causado pela indústria da construção civil.

A falta de documentação impede que os projetos sejam submetidos à aprovação na Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC) a fim de confirmar se as questões de uso e ocupação do solo são respeitadas. O tema que trata da localização do empreendimento foi o que obteve o melhor resultado em todos os casos. Porém, o mérito é em função das localizações privilegiadas das propriedades da UFPR e não com o comprometimento dos envolvidos nos projetos. Essa categoria exige uma atenção especial, pois em alguns casos os terrenos são doados para a instituição sem muitas opções de escolha, o que pode comprometer o desempenho ambiental do projeto; portanto, também durante uma aquisição de terreno, tais critérios devem ser observados.

A maior carência de compromisso com desempenho ambiental foi verificada na categoria materiais, pois esta disponibiliza diversos créditos

para serem explorados e foi a que obteve a pontuação relativa mais baixa. No caso do Condomínio de Laboratórios, o projeto sequer pontuou.

5. Conclusão

A importância dos temas dispostos na IN/2010 pode ser constatada pelo motivo de estes possuírem um eixo comum com os três sistemas de avaliação pesquisados. No entanto, conforme verificado na revisão bibliográfica, a IN/2010 não abrange todos os principais temas relacionados em prol da sustentabilidade das edificações. Por meio da relação entre as categorias dos sistemas pesquisados, foi possível selecionar mais duas categorias a fim abranger os temas de desempenho ambiental mais comuns para complementar o sistema proposto e, assim, superar os quesitos da IN/2010.

Conforme aplicação do sistema proposto, os resultados obtidos pelos projetos – Condomínio de Laboratórios, 34,09% dos pontos; Anexo do Departamento de Solos, 34,09% dos pontos; e Casa de Atenção à Saúde, 31,82% dos pontos – demonstram nesses casos que o desempenho ambiental tem muito a melhorar, em praticamente todos os temas, pois nenhum se enquadrou sequer na classificação básica do modelo proposto. No entanto, foi possível

verificar as categorias que não alcançaram um bom desempenho para assim revisar as estratégias de projeto que estão sendo adotadas a fim de melhorar a eficiência das edificações.

O SAAPE, além de avaliar os projetos já concluídos, também serve para auxiliar a elaboração de novos projetos, pois esta é a fase de estabelecer as medidas necessárias e viáveis a fim de qualificar o desempenho ambiental da edificação. Após a construção do edifício, quando não concebido com essas medidas, a adoção de soluções posteriores a sua conclusão pode ter a eficácia reduzida ou até mesmo serem inviabilizadas.

A Administração Pública precisa e tem condições de edificar obras mais sustentáveis, a exemplo do que foi realizado na cidade de San Francisco, por meio da inclusão de critérios de sustentabilidade na concepção dos projetos, porém é necessário ter o controle do desempenho ambiental do que está sendo projetado, o que mostra a necessidade de instrumentos como este que foi proposto. Além disso, é necessário o comprometimento dos gestores públicos, arquitetos, engenheiros e demais atores envolvidos na elaboração dos projetos para superar as tendências em se manter técnicas tradicionais e procurar elaborar elementos técnicos cada vez melhores e com mais compromisso com a preservação do meio ambiente.

Referências

Abrão, A. E. *Contribuições para o desenvolvimento de avaliação ambiental de edifícios*. Curitiba, Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, 2007.

Barboza, N. B. Análise comparativa da utilização dos critérios de sustentabilidade na construção do estádio arena da Amazônia e estádio nacional de Brasília. *Revista do Mestrado Profissional Gestão em Organizações Aprendentes*,

1, 123-147, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/mpgoa/article/view/15112>>

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Instrução Normativa n. 01, de 19 de janeiro de 2010*. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/wpcontent/uploads/2010/03/Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-01-10.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2013.

BREEAM - Building Research Establishment Environmental. *International New Construction Technical Manual*, 01 de junho de 2013.

Caldeira, R. S. *Proposta de melhorias para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental*: estudo de caso de um edifício de uma instituição federal de ensino superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. Curitiba, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2012.

Castelnou, A. M. N.; Bormio, A. P.; Francisconi, A. M.; Lovato, K. E.; Kaestner, S.; Souza, H. M.B.; Vecchiatti, S. O. F. Considerações gerais sobre eco-arquitetura. *Revista Terra & Cultura: Cadernos Científicos de Ensino e Pesquisa*, XVII(33), 76-90, 2001.

CIB - International Council for Research and Innovation in Building and Construction. *International Report*. CIB/CSIR and Dennis S. Macozoma. Rotterdam: CIB/CSIR, Project Number BP485, Report Number BOU/C361, 2002.

Costa, C. E. L. As licitações sustentáveis na ótica do controle externo. *Interesse Público – IP*, 14(71), 2012. Disponível em: <<http://www.bidforum.com.br/bid/PDI0006.aspx?pdiCntd=77813>>.

Costa, R. M. *O papel da supervisão ambiental e proposta de avaliação de desempenho ambiental em obras rodoviárias*. São Paulo, Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2010.

Ding, G. K. C. Sustainable construction: the role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451-464, 2008.

Ducatti, J. T.; Tibúrcio, T. M. S.; Carmo, R. R. Tecnologias Sustentáveis na Habitação Multifamiliar e os impactos no modo de vida. In: *IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, Vitória, 2011.

EPA. *Sustainable design and green building toolkit for local governments*. 2010.

Ferreira, J.; Pinheiro, M. D.; Brito, J. *Comparação das ferramentas nacionais de avaliação da sustentabilidade na construção com o BREEAM e o LEED: uma perspectiva energética*. Engenharia Civil – UM, 2012.

Gil, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Gonçalves, J. C. S.; Duarte, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. *Ambiente Construído*, 51-81, 2006.

Gottfried, D. *A blueprint for green building economics*. UNEP Industry and Environment, Japão, set. 2003. Disponível em: <<http://www.uneptie.org/media/review/vol26no2-3/005-098.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

Guimarães, R. P.; Fontoura, Y. S. R. Rio+20 ou Rio-20? Crônica de um fracasso anunciado. *Ambiente e Sociedade*, 15(3), 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-53X2012000300003&script=sci_arttext>

Hegenberg, J. T. *As compras públicas sustentáveis no Brasil*: um estudo de caso nas universidades federais. Curitiba, Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Governança Pública, 2013.

Hegengerg, J. T.; Muniz, S. T. G. Compras Públicas Sustentáveis: a adoção de critérios sustentáveis nas compras e contratações públicas federais como ferramenta para redução dos impactos e promoção do desenvolvimento sustentável. In: *Congresso Internacional de Administração*, 2012. Disponível em: <www.admpg.com.br/2012/download.php?id=3029&q=1>

Jiang, P.; Tovey, J. P. Opportunities for low carbon sustainability in large commercial buildings in China. *Energy Policy*, 37. 2009.

Jones, J.; Jackson, J.; Tudor, T.; Bastes, M. Strategies to enhance waste minimization and energy conservation within organizations: a case study from the UK construction sector. *Waste Management & Research*, 30(9), 981-90, 2012. doi: 10.1177/0734242X12455087

Keeler, M.; Burke, B. *Fundamentals of integrated design for sustainable building*. Califórnia, 2010.

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design. *For New Constructions and Major Renovations*, 2009. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sistema/certificacao/RaitingSystemNC.pdf>>

Lobo, A. V. R. *Proposta de ferramenta de avaliação de sustentabilidade ambiental em edificações hospitalares na região metropolitana de Curitiba*. Curitiba, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2010.

- Marcondes, M. J. de A. *Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social*. São Paulo: Studio Nobel/Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 1999. p. 48-49.
- MEC – Ministério da Educação. *Análise sobre a Expansão das Universidades Federais 2003 a 2012*. Brasília, 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=12386-analise-expansao-universidade-federais-2003-2012-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 22 abr. 2015.
- Mülfarth, R. K. *Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental*. São Paulo, Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2002.
- Porto, M. M. *O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura*. São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2006.
- Reza, B.; Sadiq, R.; Hewage, K. Sustainability assessment of flooring systems in the city of Tehran: An AHP-based life cycle analysis. *Construction and Building Materials*, 2010.
- Richter, K. *Iniciativas para melhoria do fluxo de informações do processo licitatório de obras públicas que visam à obtenção da certificação LEED*. Curitiba, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2014.
- Silva, B. V. da; John, V. M.; Pacca, S. A. As bases para a avaliação do ciclo de vida de edificações no Brasil. In: *IV Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis*, Vitória, 2011.
- Silva, C. L.; Mendes, J. T. G. *Reflexões sobre o Desenvolvimento Sustentável: agentes e interação sob a ótica multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Vozes, 2005. p. 11-40.
- Silva, R. C. *Proposta de melhorias para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental: estudo de caso de um Edifício de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED*. Curitiba, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2012.
- Silva, V. G. da. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. São Paulo, Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia da Construção Civil, 2003.
- Silva, V. G. da. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. *Ambiente Construído*, 2007.
- Silva, V. G. da; Silva, M. G. da; Agopyan, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. *Ambiente Construído*, 2003.
- Tan, Y.; Shen, L.; Yao, H. Sustainable construction practice and contractors competitiveness: A preliminary study. *Habitat International*, 35, 2011.
- Tavares, M. A. *Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras*. Florianópolis, Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006.
- UNEP - United Nations Environment Programmed. *The Impacts of Sustainable Procurement: Eight Illustrative Case Studies*. Paris: UNEP DTIE, 2012.
- Vanzolini, Fundação Carlos Alberto. *Guia de auditoria para os empreendedores*: Fundação Vanzolini. Março 2014. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/download/Guia_de_auditoria-18Marco2014.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2015.
- Vanzolini, Fundação Carlos Alberto. *Referencial técnico de certificação “Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA”*: Escritórios e Edifícios escolares. São Paulo: Fundação Vanzolini. Outubro 2007 - Versão 0. 241 p. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/download/RTEscritorios%20e%20Edif%C3%ADcios%20escolares-V0-outubro2007.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2013.
- Viggiano, M. H. S. *Edifícios públicos sustentáveis*. Brasília: Senado Federal Subsecretaria de Edições Técnicas, 2012. Disponível em: <<http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/cartilha---conteudo---20120329--cd.pdf>>. Acesso em: 14 de fev. 2015.